

災害の軽減に貢献するための 地震火山観測研究計画（第2次）

令和5年度 年次報告

気象庁

気象庁が担当する研究課題

課題内容	JMA-	研究課題名
<u>モニタリング</u>	01	地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究
	02	地殻変動観測等に基づく火山活動評価の高度化に関する研究
	03	火山活動に伴う地殻変動の把握及び評価
	04	地球電磁気学的手法による火山活動評価の高度化
	05	化学的手法に基づく火山活動監視・予測に関する研究
<u>即時予測</u>	06	地震動・津波即時予測の高度化に関する研究
	07	火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測に関する研究
<u>推進体制の整備</u>	08	火山活動の総合判断
	09	地震観測、地殻変動観測
	10	潮位観測
	11	地磁気精密観測
	12	全国における火山観測の強化
	13	地磁気観測成果のデータベース化
	14	全国地震カタログの作成
	15	火山現象に関する基礎データの蓄積と活用
<u>社会との共通理解</u>	16	地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有
	17	防災・減災に関する知識の普及啓発

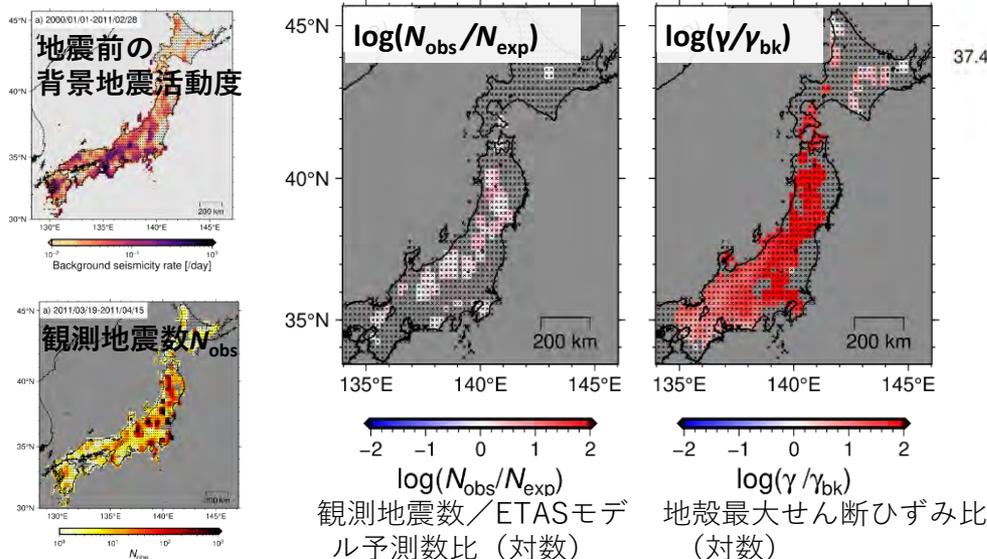
ETASモデルとひずみ速度の調査

能登半島における群発地震活動と潮汐との関係

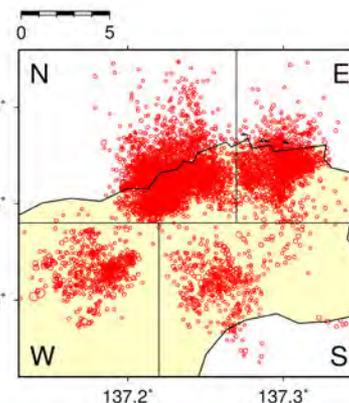
- 自動震源カタログを用い、全国を分割したグリッド毎にETASモデル解析を行った。東北地方太平洋沖地震前を元にした2011年4月の背景地震活動比は平均で2~3倍高くなり、GNSSデータから求めた最大せん断ひずみ速度比との間には正の相関が見られた。
- ETASモデルによる予測地震数と観測地震数の比 (N_{obs}/N_{exp}) は最大せん断ひずみ速度比との正の相関が最も高く、2012年2月のデータまで拡張しても同様の傾向が見られた。最大せん断ひずみ速度が、ETASモデルの高精度化に有効である可能性を示唆している。

能登半島における群発地震活動について潮汐との関係を調査した結果、南東部の深さ14kmより深い領域の活動のみ潮汐相関が示唆された。深部流体によって断層面が強度低下し、潮汐力の影響を相対的に受けやすいことを反映している可能性がある (Hirose et al., 2024)。

溜淵・ほか (2023)

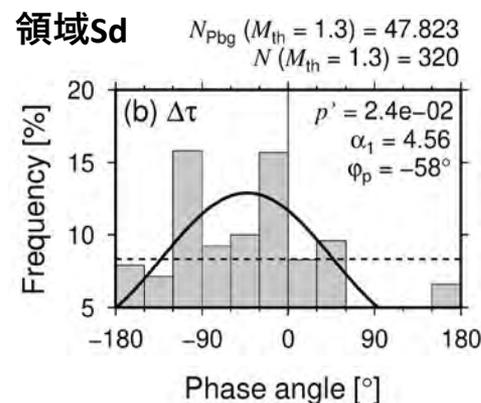


東北地方太平洋沖地震前後の変化



2018年1月~2022年12月, M 1.3以上, フラグKkA, 30 km 以浅

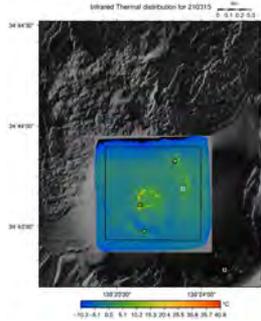
※領域Sは深さ14 kmを境に活動様式が異なるため、浅部Ssと深部Sdに分けた



火山活動活発化や噴火へ至るプロセスの解明

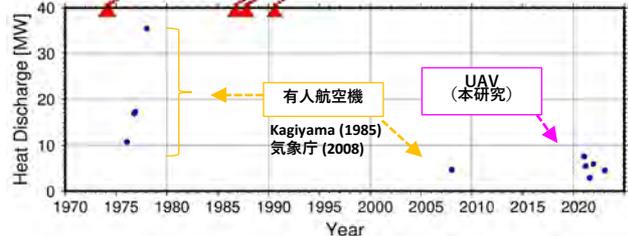
伊豆大島において、中央火道中のマグマ上昇に伴う異常検知や活動評価への適用に向けて、UAVを用いた空中熱赤外観測と重力についての観測・解析技術開発を行った。いずれのデータもマグマ上昇を示唆する変化は認められていない。

UAVを用いた空中熱赤外観測



技術開発

- ・夜間の空中熱赤外観測⇒地表面温度分布
- ・放熱率の推定

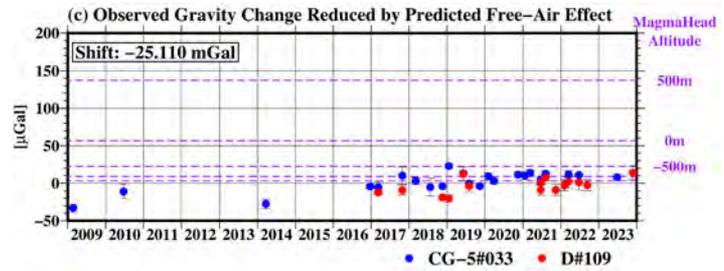


(左) 三原山地表面温度の例。
(右) 三原山からの放熱率時系列。

重力

技術開発

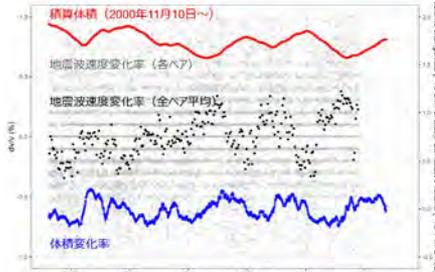
- ・個体特性補正によるデータ高精度化
- ・GNSS観測による高さ変化の補正



フリーエア効果予測値で補正した三原山での重力変化観測値 (●、●) とマグマ頭位の変化に伴い予想される重力変化 (---)。

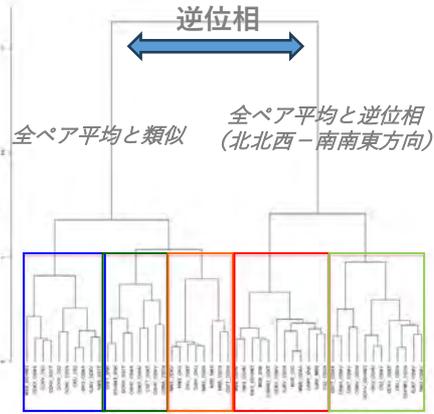
監視観測データの活用的高度化

火山内部の状態監視や活動の異常検出を目指して、伊豆大島に地震波干渉法を適用し、地下の速度構造の時間変化を検出した。地震波速度の時間変化と地殻変動との相関を確認するとともに、空間パターンを分類した。

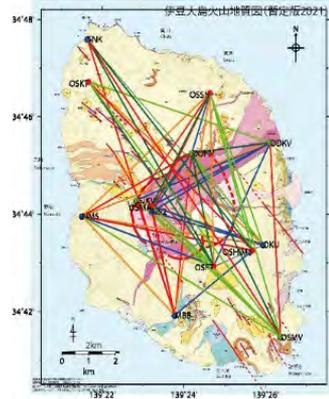


検出した地震波速度変化とGNSS観測から推定される地殻変動源体積変化。

クラスター分析による地震波速度変化の空間パターン分類



分布



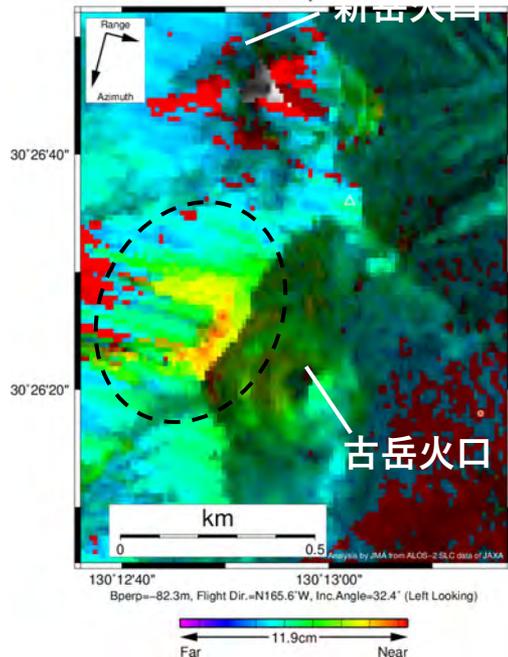
産業技術総合研究所 『伊豆大島火山地質図 (暫定版2021)』を使用

(左) 地震波速度変化パターンのクラスタリング結果 (樹形図)。
(右) クラスター別分布。変化のパターンは地下構造との関係を示唆。

- 令和5年度において国内の活火山を対象に、火山活動を把握する目的で、GNSSと傾斜計による観測のほか、だいち2号（ALOS-2）のSAR解析を行った。
- 口永良部島では、5月頃から古岳付近の数百mの範囲で衛星に近づく方向の変動が確認されたが、9月以降はノイズレベルを超える変動はみられない。
- 浅間山では2023年3月中旬以降、西側での膨張を示唆する傾斜変動が観測され、GNSS観測でも山体西側を挟む基線の伸びが認められた。その後、11月頃からは停滞している。

口永良部島の干渉SAR解析結果例

2022/10/21 - 2023/06/30
252 days

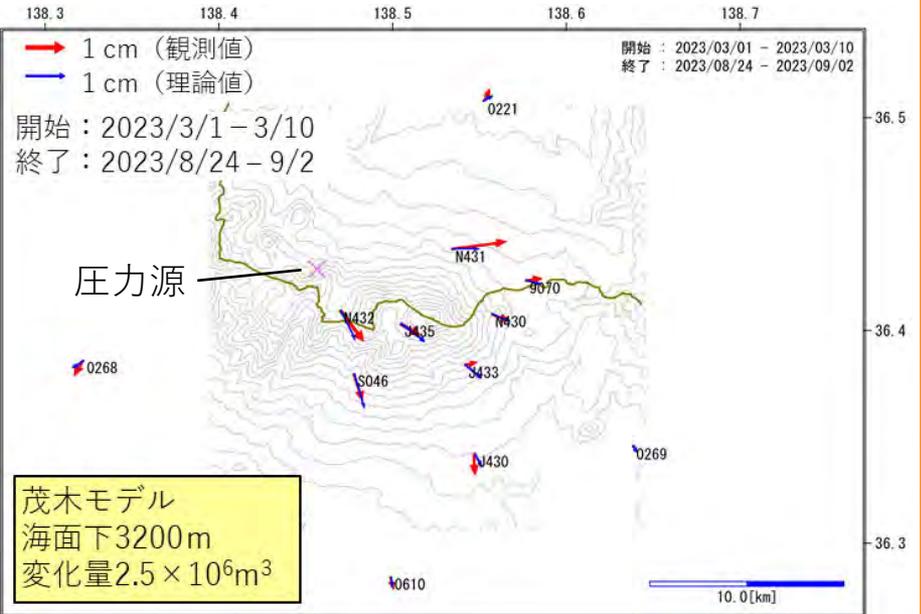


差分干渉解析結果

古岳火口周辺の数百m（黒色破線内）の範囲で衛星に近づく変動が認められた

※新岳付近、古岳の西側、島の東側の赤色部分は観測値が得られなかった部分です。

浅間山のGNSS連続観測の解析結果

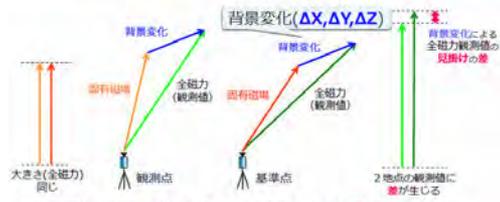


圧力源は山体西側の海面下3200mに求められ、浅間山西麓でのマグマの蓄積を示すと考えられる

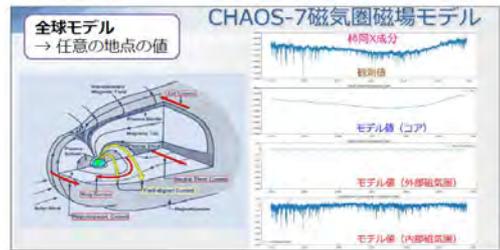
全磁力毎日値 ノイズリダクション

DI効果（=局所的な磁場の方位の差異により生じる全磁力の見かけ上の差）を即時に補正するアルゴリズムを開発した

DI効果の補正に必要なモノ… $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$



- ～局所的な磁場の方位の差異による全磁力変化の見掛けの差～
- 偏角(D)・伏角(I)
- 各火山の毎日値に適用する即時DI補正には、柿岡・女満別・鹿鹿の3成分変化計データを使用
- 遠隔参照に伴う永年変化の地域差の影響は、直近の全球モデルで即時補正



VOISの更新はR6.11、地磁気観測総合処理装置の更新はR7.03、火山監視に適する毎日値の補正処理と伝送系をR6中に内製

GNSS真方位観測 ・3成分絶対観測

火口地下の熱源位置決定の精度向上のため新たな観測を実施した



GNSSによる真方位観測結果まとめ (R4年～R5年の変化)

観測点	方位標距離 [m]	真方位角 (R5年) [° ° '"]	真方位角 (R4年) [° ° '"]	真方位の変化量 [°]
高瀬(主)	160	162 47 00	162 47 00	0
高瀬(副)		143 19 27	143 19 24	3
A6	610	119 59 33	119 59 34	1
A7	610	124 47 10	124 47 12	2
A8	640	109 30 03	109 30 13	10
A9	950	96 28 21	96 28 32	11
A10	610	149 59 59	149 59 54	5
A11	337	138 19 43	138 19 37	6

地磁気絶対観測結果(令和5年度)

観測点	日付	基線値D [°]	基線値H [nT]	基線値Z [nT]	各日における差 [°, nT, nT]
高瀬	2023-07-12	-8° 16.32'	-684.90	929.44	0.05(D), 0.04(H), 0.06(Z)
	2023-09-26	-8° 16.47'	-684.86	929.50	
A11	2023-07-13	-8° 23.73'	-1043.60	948.22	0.05(D), 0.51(H), 0.37(Z)
		-8° 23.68'	-1044.11	948.59	
A7	2023-10-24	-8° 45.33'	-1243.57	1439.80	0.11(D), 0.15(H), 0.00(Z)
		-8° 45.22'	-1243.42	1439.80	
A9	2023-10-24	-8° 52.55'	-1274.91	507.70	0.00(D), 0.72(H), 0.84(Z)
		-8° 52.55'	-1275.63	508.54	

偏角伏角測定器の 開発

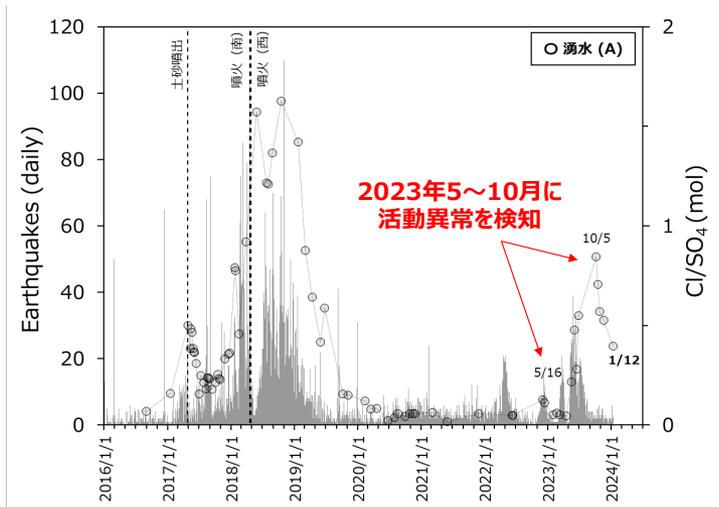
様々な火山においてDI効果を補正し火山性の磁場変動を抽出するために必要な、各観測点における偏角と伏角を測定するための測器開発を行った

目標とする測定精度：
0.1° (DI補正～0.1nT相当)

- 伏角測定: 回転台を一周させたデータの軌跡鉛直成分のオフセットが約100nT以上だとセンサー上下反転
- 偏角測定: 望遠鏡をターゲットに向けたとき、180°反転時の2姿勢のデータ点を結ぶ直線の傾き
取付角エラーを2.3°以内、器差測定できる環境があれば上下反転不要
- 傾き角検出: 偏角測定時の加速度センサーより算出
取付角エラーは2.3°以内、磁気センサーとの水平方向の軸ずれ0.4°以内

化学分析に基づく火山活動の理解に関する研究

吾妻山、箱根山、草津白根山及び霧島山等の活動的火山において直接採取した火山ガスや熱水の化学組成及び安定同位体比、並びに火山灰に付着した火山ガス由来成分等の分析を通じて火山ガス活動の理解を深め、個々の火山における火山ガス活動の機構の解明を目指した。



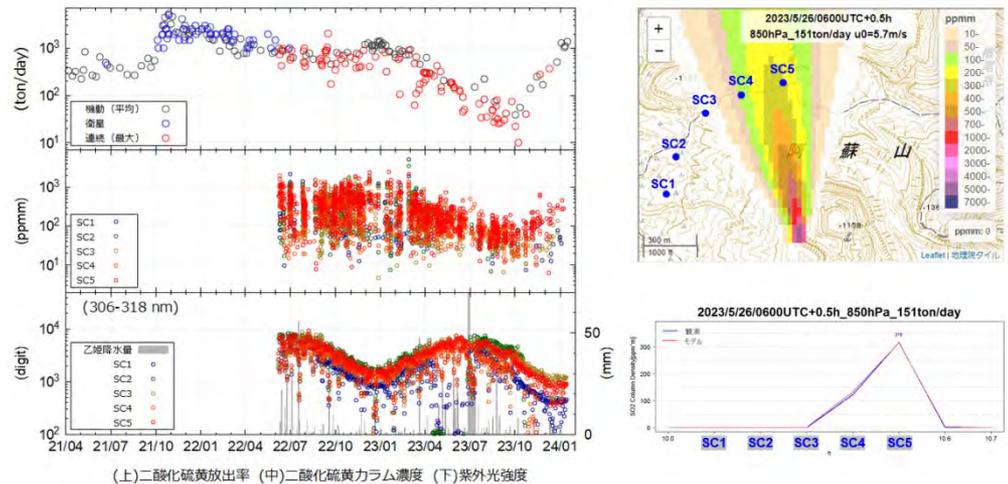
霧島硫黄山の熱水の定点観測結果

熱水のCl/SO₄比の時間変化と地震回数。熱水の化学組成 (Cl/SO₄比) を分析し、2023年5月から活動が高まり、その後10月にピークを迎えたことを捉えた。

(※本研究の一部には次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトによる研究費を使用した。)

火山ガス活動のモニタリングに関する研究

火山ガスの放出率や組成をモニタリング・評価する技術を開発した。多成分火山ガス連続観測装置によるガス成分比のモニタリング技術の向上を図った。SO₂放出率連続観測手法の開発研究について、阿蘇山での試験観測では、年間を通じたスケジュール運用に成功した。



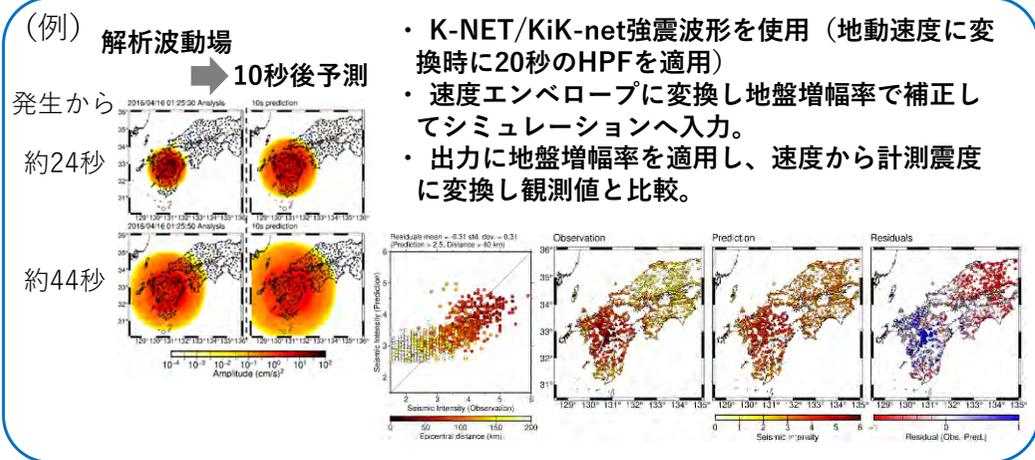
阿蘇山でのSO₂連続観測の結果

この連続観測システムでは、30分大気解析GPVを準定常ガス拡散モデル (河波・他, 2023) に適用して二酸化硫黄カラム濃度の理論値を計算し、観測値とのフィッティングで二酸化硫黄放出率の検量を可能とした。

地震動即時予測の高度化に関する研究

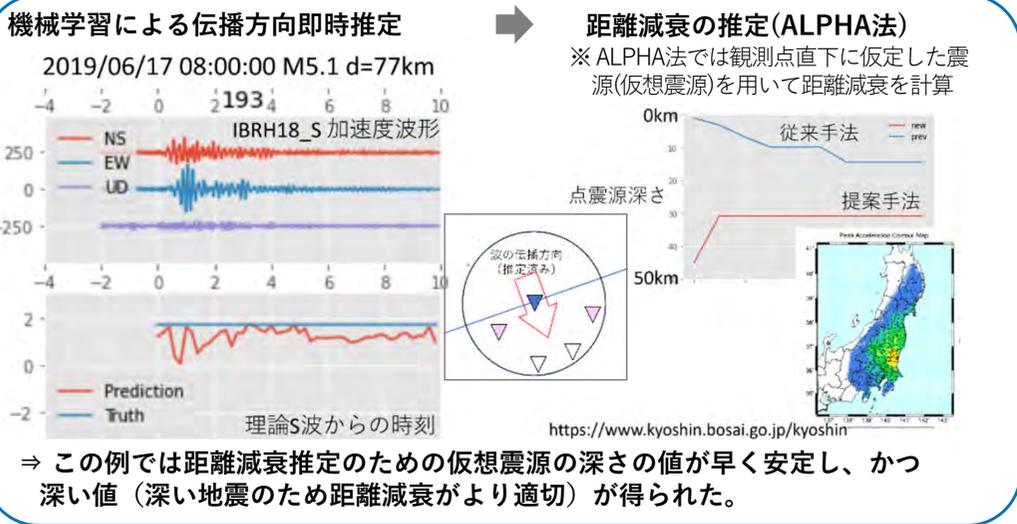
面的予測のため、J-SHISの面的なPGVの表層地盤増幅率と地震動即時予測シミュレーションを組み合わせたサイト特性補正手法を検討。

小木曾(2023, JpGU)



機械学習により単独観測点の観測波形から即時推定した地震動伝播方向をALPHA法(距離減衰を導入したPLUM法)に応用。周辺観測点の観測値を待たずに距離減衰を推定でき、地震動即時予測の迅速化や精度向上を期待。

小寺(2023, 地震学会)

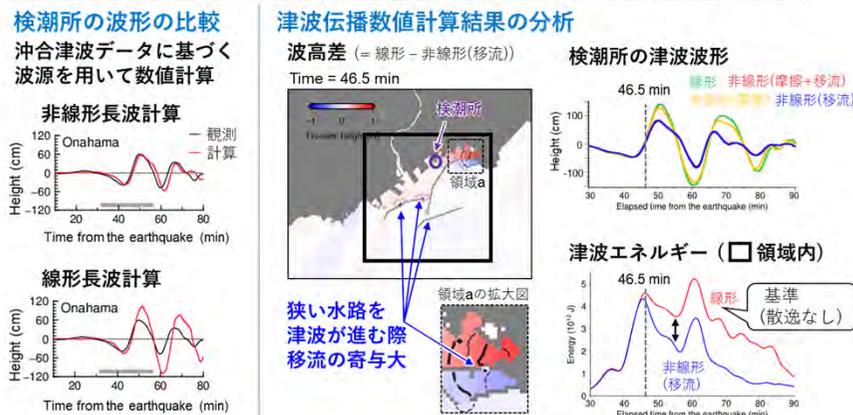


津波即時予測の高度化に関する研究

2016年福島県沖地震の事例解析により、津波伝播数値計算手法がもたらすエネルギー散逸効果を調査した。津波伝播過程の1つである移流の計算で生じる数値散逸が、現実の物理散逸の代替を担い、観測波形の再現に寄与している可能性があることを示した。

対馬(2023, JpGU)

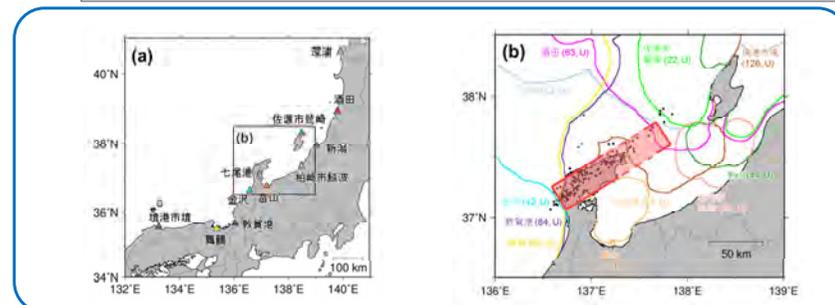
- 沿岸津波波形の初期部に津波の非線形性が強く影響する場合がある
- 数値計算で移流項が強く効く際に数値散逸が生じ、計算波形の振幅減少
- 用いた伝播モデルが含まない物理散逸の代替を担って観測値が再現された可能性



2024年1月1日能登半島地震による津波の研究(令和5年度末現在継続)

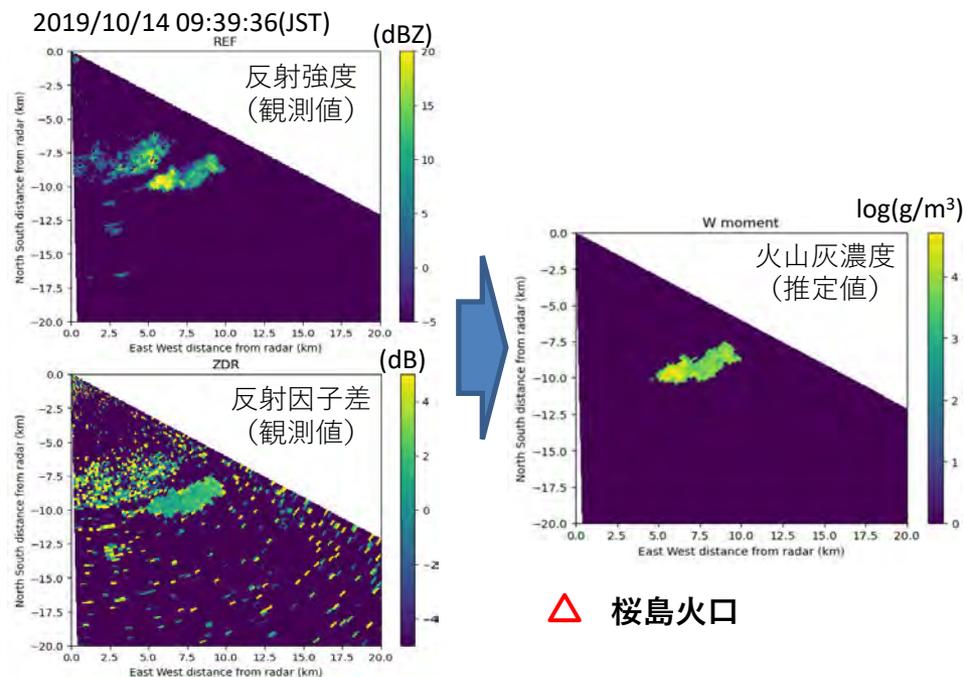
- ・ 津波逆伝播から、波源が能登半島の東北東方向の沖合まで及ぶと判明
- ・ 富山の検潮所近傍にも波源が存在する可能性を示唆
- ・ 富山湾の津波現地調査を実施し、気象庁として調査結果を速報

報道発表資料の一部:
地震調査委員会(2024.1.15, 2.9),気象庁(2024.2.8など)



気象レーダー等による噴火現象の観測

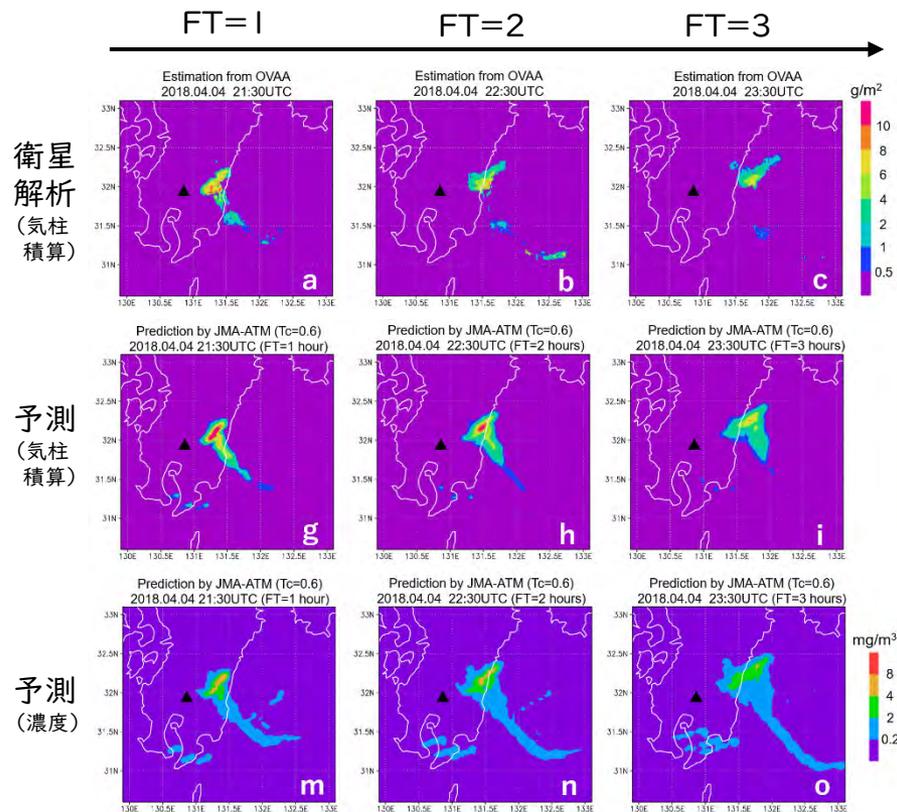
気象研究所Xバンドマルチパラメータレーダー（MRI-XMP）による噴煙観測と二次元ビデオディストロメーター（2DVD）による降灰観測を実施し、その観測結果を用いて、噴煙に含まれる火山灰等の分布を定量的に推定する手法の開発を行った。



MRI-XMPによる二重偏波パラメータ（反射強度・反射因子差）を用いて噴煙内部の火山灰濃度を推定した例（2019年10月14日桜島（南岳）噴火の事例）

火山灰データ同化・予測システムの構築

気象衛星ひまわりの観測データを用いた火山灰雲の解析値を気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）の初期値にデータ挿入法を用いて反映させる仕組みを火山灰データ同化・予測システムに実装し、火山灰雲の定量的な予測が可能であることを示した。



ひまわり8号観測データから作成したJMA-ATMの初期値を用いて火山灰雲の濃度を予測した例（2018年4月4日新燃岳噴火の事例）

○令和5年度は、新たな体制となった火山噴火予知連絡会において、第152回（令和5年7月12日）及び第153回（令和6年2月20日）の火山噴火予知連絡会定例会を開催し、全国の火山活動の状況について取りまとめた。

○口永良部島では、約200年噴火が発生していない古岳火口で火山活動が活発化したことから、火山活動評価検討会の地域会合を開催し（令和5年9月5日）火山活動の総合判断を行った。

○火山調査研究検討会の設置に向けた準備会では、火山噴火に伴うハザードの評価も行うとしている噴火災害特別委員会について、緊急時に機能するための平時の備えについて検討した。



第153回火山噴火予知連絡会（ハイブリット開催）

検討結果を踏まえ火山噴火予知連絡会が将来的に目指すべき体制

- 火山調査研究の成果を防災に役立てる包括的な体制を目指すことを提言

平時に気象庁が主体的に行う火山活動評価に対する科学的助言

火山活動評価検討会

気象庁が24時間監視を行い、噴火警報等の発表業務を行う中で、火山活動が急に变化した際にも気象庁の判断で速やかに火山活動評価ができることが重要。気象庁が主体的に行う平時の火山活動評価に対して科学的助言を提供することが適当

緊急時（大規模噴火時等）の火山防災に資する火山活動評価にかかる検討

噴火災害特別委員会

火山研究者と行政機関が協力し、火山防災で最も重要な局面で火山活動に関する科学的助言を提供する重要な役割を担うことから、火山活動評価検討会及び火山調査研究検討会との連携が重要

科学的な助言

火山災害発生時：
災害対策本部等

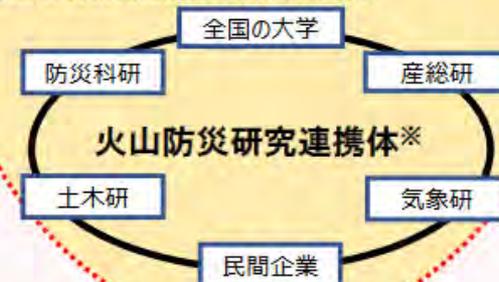
平時の火山防災に資する情報交換
調査・研究の推進

火山調査研究検討会 ※※

コアメンバー

A火山 検討チーム	B火山 検討チーム	C火山 検討チーム	D火山 検討チーム
--------------	--------------	--------------	--------------

噴火規模・様式・推移の予測研究や技術開発等を推進し、火山災害の軽減に繋げるには様々な研究分野・機関の壁を超えた協力が不可欠。仮想的でも既存の研究機関の連携体制が必要



火山調査研究の推進のための体制

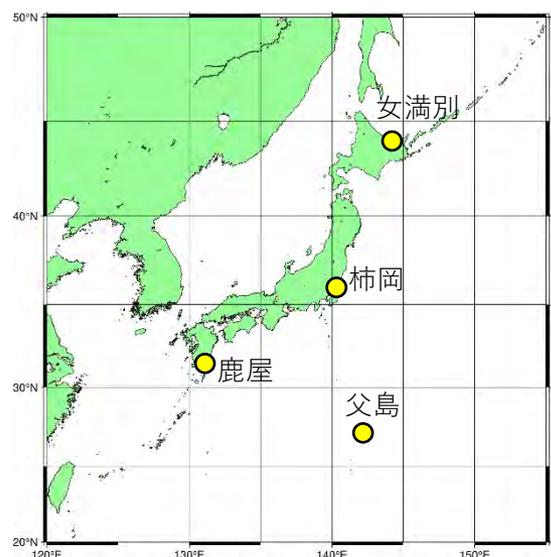
緊急時に有効な活動を行うには平時からの連携（火山防災研究連携体*）を支える仕組みとして、地震防災研究分野における地震調査研究推進本部のような体制が必要

※火山防災研究連携体は、火山防災対策会議に報告された「火山防災対策会議の充実と火山活動が活発化した際の協議会の枠組み等の活用について（報告）」（平成30年3月）で提言されたものである。

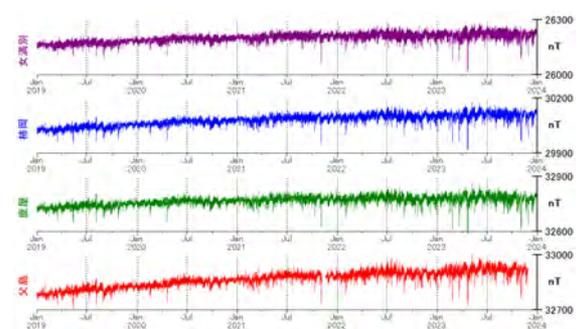
※※当面は、調査検討会の設置に向けた準備会で検討を始めるための準備作業を進める

地磁気4成分 精密観測

- ◆ 地磁気精密観測を安定的に実施し、磁場データをリアルタイムで提供した。
- ◆ 定期的に絶対観測及び観測値の較正を行った。



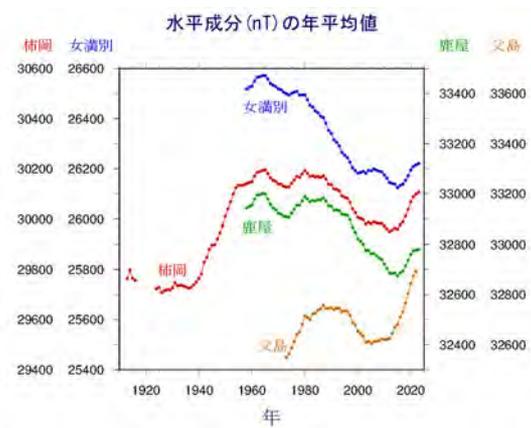
気象庁地磁気観測所の観測点配置



地磁気水平成分[H]の毎時値プロット (2019年～2023年)

地磁気観測データの データベース化

- ◆ 定常観測点の観測データを当所のデータベースに登録・公開するとともに、国際的なデータセンターに提供した。
- ◆ データの引用・追跡を容易にするため、観測データ・カタログにDOI (Digital Object Identifier) を付与した。



地磁気水平成分[H]の永年変化

デジタルデータサービス

柿岡 地磁気

年平均値 [メタデータ(英語)] デジタルデータのダウンロード
1913-01-31T13:00:00 から 18年前 まで
地磁気デジタルデータ (KAK)
観測番号
B140V2F

毎時値 [メタデータ(英語)] デジタルデータのダウンロード
1924-01-31T15:00:00 から 12ヶ月前 まで
地磁気デジタルデータ (KAK)
観測番号
DH2F

毎分値 [メタデータ(英語)] デジタルデータのダウンロード
1976-01-01T00:00:00 から 1ヶ月 前 まで
地磁気デジタルデータ (KAK)
観測番号
DH2F

毎分値(アナログ記録からのデジタル化) [メタデータ(英語)] デジタルデータのダウンロード

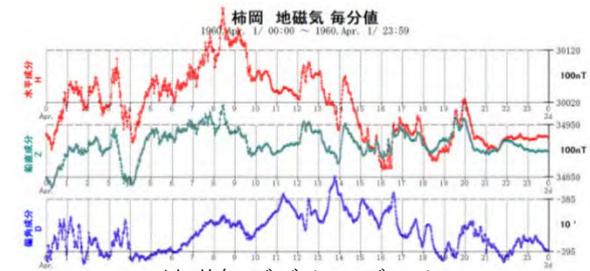
データ・カタログのダウンロードページ

印画紙記録の デジタルデータ化

- ◆ 印画紙に記録された過去の地磁気アナログデータの画像データ化と数値化を進め、毎分値・7.5秒値を作成・公開した。



地磁気アナログデータ (印画紙記録)



地磁気デジタルデータ (上記印画紙記録を処理)

Station	Year	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
柿岡	アナログ マグネトグラム											
	(既存) 毎分値				1953	1956	1983					
	(既存) 毎秒値							1976				2023年
女満別	アナログ マグネトグラム											
	(既存) 毎分値											1985
	(既存) 毎秒値											1997
鹿屋	アナログ マグネトグラム											
	(既存) 毎分値											1985
	(既存) 毎秒値											1996

凡例: プロマイドが存在する期間 画像データ化した期間 画像データ化+数値化した期間

令和元年度～5年度 (2019～2023年度) の成果

連続的な火山観測 機動観測等による繰り返し観測

全国の50火山について、全国4か所の火山監視・警報センターにおいて、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等による連続的な監視観測を継続した。



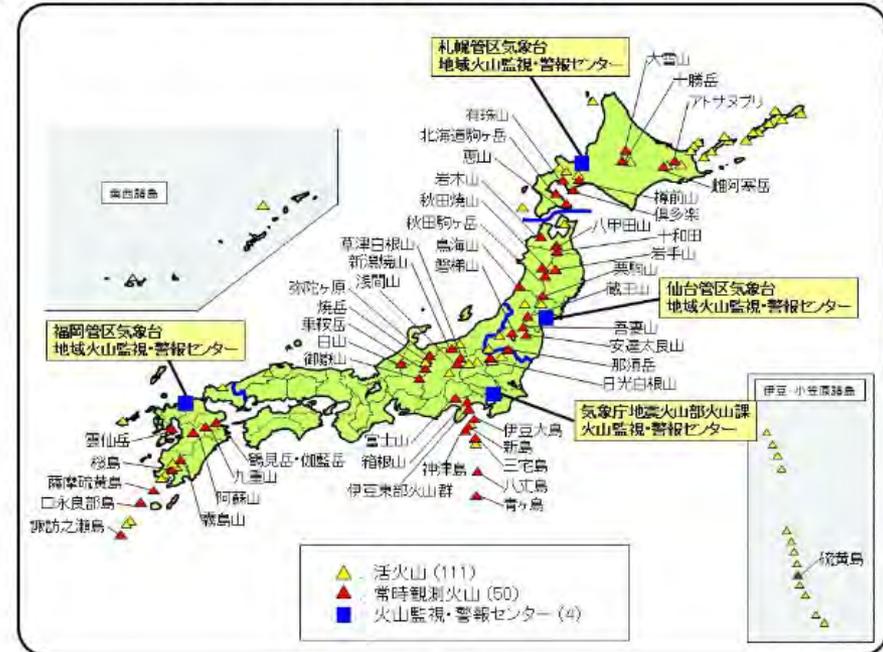
全国の活火山について、GNSS繰り返し観測、熱観測等の調査的な機動観測を計画的に実施した。また、阿蘇山、桜島等の二酸化硫黄ガス放出が継続している火山については、COMPUSSによる火山ガス放出量の観測を実施したほか、関係機関の協力を得て上空からの観測を繰り返し実施した。また、ドローンによる可視・熱赤外観測を倶多楽、吾妻山、弥陀ヶ原、口永良部島で実施し、火山活動評価に活用した。



観測成果の公表

各種監視観測で得られた成果は、噴火警報、火山の状況に関する解説情報、火山活動解説資料等の防災目的の情報や資料として公表した。また、気象庁のホームページで常時観測火山（50火山）の観測データを掲載しているほか、防災科学技術研究所が運用しているJVDNでは引き続き気象庁の地震計等のデータを公開している。

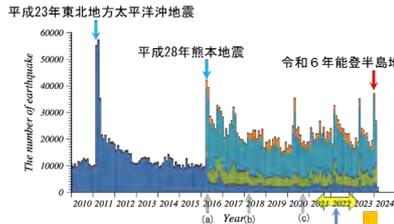
火山監視・警報センターにおいて火山活動を24時間体制で監視している火山(常時観測火山)



地震カタログの作成・公開

令和5年度に2021年4月～2022年9月の地震月報（カタログ編）を公開した。

2010年～2024年2月の震源数（月別）

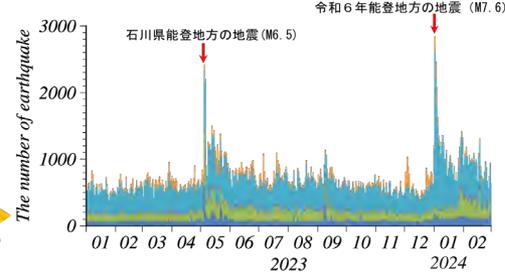


- (a) 2016年4月1日自動震源活用開始
- (b) 2018年3月22日深部低周波地震 算法自動処理開始
- (c) 2020年9月1日海城観測網の活用開始

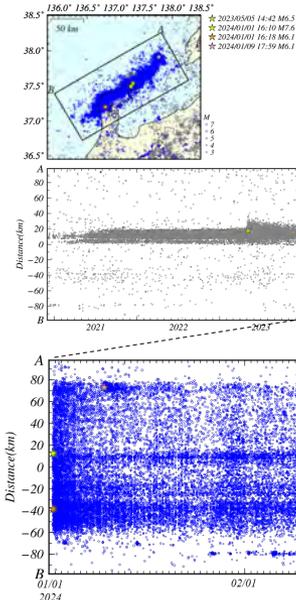
震源区分（検測方式と誤差等の震源決定精度による区分）

精査検測	気象庁震源	K	参考震源	S
簡易検測	気象庁震源	K	参考震源	S
自動震源	気象庁震源	A	参考震源	A

2023年1月～2024年2月の震源数（日別）



令和6年能登半島地震

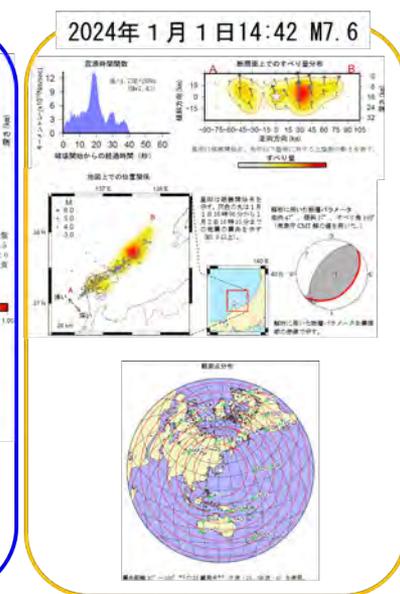
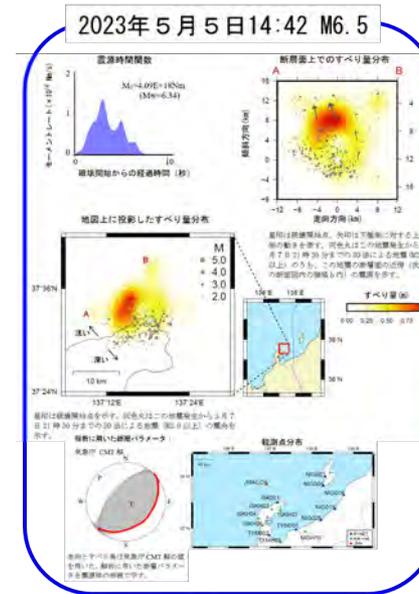


令和6年能登半島地震で本年1月1日のM7.6の地震発生以降に約3万個の地震について精度の良い震源を決定している（※）。

※2024年1月1日16:10から2月8日の期間については精査検測の基準を上げて処理を実施している。上記期間の未処理の地震については今後追加検測作業を実施して、カタログに追加する予定である。

震源過程解析

2023年5月5日の能登半島の地震（M6.5）について近地強震波形を用いた解析、2024年1月1日の地震（M7.6）について海外の広帯域地震波形を用いた解析を行った。解析結果は気象庁HPに公開した。



- **常時観測火山（50火山）**について、地震計、空振計、GNSS等の**観測データを常時収集**するとともにデータの解析を行い、それらの成果を蓄積。
- **全国の活火山**について、計画に沿って地震観測、GNSS繰り返し観測、熱観測等の**調査的な機動観測**を実施。得られた観測データを解析・蓄積。
- **令和5年度**については、桜島、諏訪之瀬島、硫黄島、西之島において噴火が発生。吾妻山、阿蘇山、霧島山（新燃岳）、霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）、口永良部島等において火山活動の高まり。
- 蓄積データは、引き続き**データベース化**。
- 監視・観測の成果は、**火山活動評価に活用**するとともに、**気象庁HPで速報的に公開**。噴火警報等の防災情報、火山活動解説資料等、**防災目的の資料等に随時利用**。定期的な資料として、月毎の火山活動解説資料（定期）や年報として各火山の活動状況を取りまとめ、気象庁HPで公表。引き続き、WEBで各火山の火山防災協議会と観測データや火山活動解説コメントを共有。

火山観測データの速報的な公開

https://www.data.ima.go.jp/vois/data/tokyo/open-data/data_index.html

国土交通省 気象庁
 ホーム 防災情報 各種データ・資料 地域の情報 知識・解説 各種申請・ご案内

火山観測データ

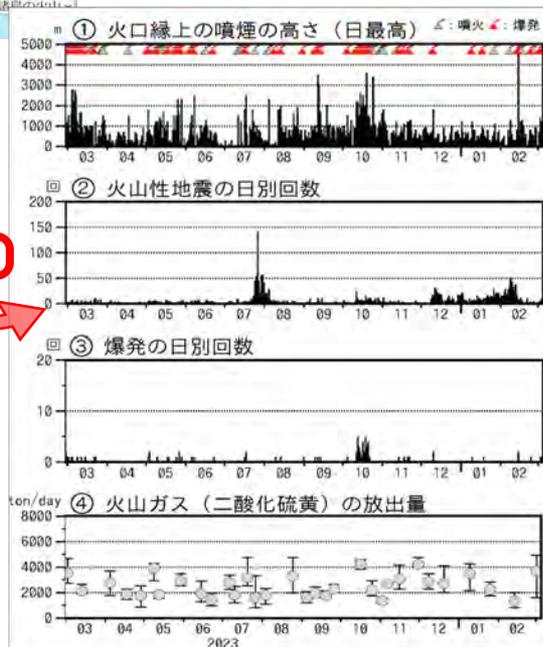
全国の常時観測火山の観測データをご覧いただけます。観測データをご覧になりたい火山を選択してください。

北海道の火山 データ表示
 東北地方の火山 データ表示
 関東・中部地方の火山 データ表示
 九州地方の火山 データ表示

九州地方の火山
 鶴見岳・伽藍岳
 九重山
 阿蘇山
 雲仙岳
 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）
 霧島山（大幡池）
 霧島山（新燃岳）
 霧島山（御鉢）
桜島
 陸奥硫黄島
 口永良部島
 諏訪之瀬島



図1-2 桜島 24日03時46分に発生した南岳山頂火口の噴火の状況（牛根監視カメラ）



観測成果の活動評価と防災資料への活用

https://www.data.ima.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php

国土交通省 気象庁
 ホーム 防災情報 各種データ・資料 地域の情報 知識・解説 各種申請・ご案内

ホーム > 各種データ・資料 > 各火山の活動状況 > 月間火山概況・火山活動解説資料 > 各火山の月間火山概況・火山活動解説資料

火山活動解説資料（桜島）

火山活動解説資料は、写真や図表等を用いて火山活動の状況や防災上警戒・注意すべき事項等について解説するため、毎月月上旬に、前月1日が月の火山活動の状況等について解説するために発表しています。また、噴火警報や火山の状況に関する解説情報（臨時）等を発表した場合に、それらの情報を解説するために随時発表しています。各年に発表した資料をクリックすると資料のリストが開きます。「更新」ボタンをクリックし、最新の情報をお使いください。

2024年の資料（クリックすると表が開きます）

定期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月

2023年の資料（クリックすると表が開きます）

定期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年報
	[4.3MB]	[4.3MB]	[5.3MB]	[3.4MB]	[3.9MB]	[7.3MB]	[8.8MB]	[6.7MB]	[7.9MB]	[16.8MB]	[9.8MB]	[8.1MB]	[12.0MB]

桜島の火山活動解説資料（令和6年1月）

福岡管区気象台
 地域火山監視・警報センター
 鹿児島地方気象台

南岳山頂火口では、噴火¹⁾が3回発生し、このうち爆発²⁾は2回でした。噴煙は最高で火口縁上1,200mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石は最大で9合目（南岳山頂火口から約500m）まで達しました。

昭和火口では、ごく小規模な噴火が発生しました。広域のGNSS連続観測によると、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部にマグマが長期にわたり蓄積した状態と考えられます。また、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は概ね多い状態であることから、今後噴火活動が再び活発化すると考えられます。

南岳山頂火口及び昭和火口から概ね2kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石及び火砕流に警戒してください。

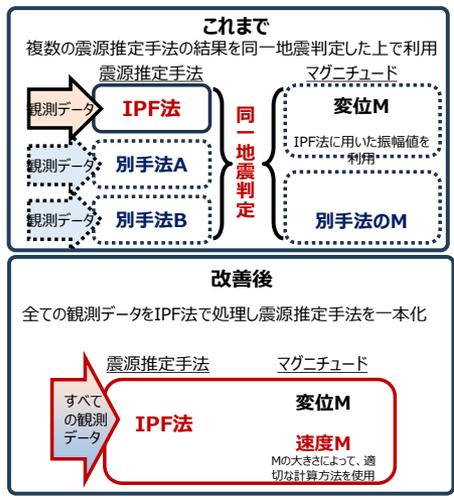
風下側では火山灰だけでなく小さな噴石が遠方まで風に流されて降るため注意してください。爆発に伴う大きな空振によって窓ガラスが割れるなどのおそれがあるため注意してください。なお、今後の降水状況次第では、降雨時に土石流が発生する可能性がありますので留意してください。

緊急地震速報の改善

- 緊急地震速報の発表条件に長周期地震動階級の予測値を追加して提供。長周期地震動階級3以上を予測した場合でも、緊急地震速報(警報)を発表(R05.02.01~)。
- 緊急地震速報の震源推定手法を改善することで揺れの過大予測の低減(R05.09.26~)。

○緊急地震速報(警報)の発表条件 赤字:変更点

発表条件	震度5弱以上を予想した場合 + (または) 長周期地震動階級3以上を予想した場合
対象地域	震度4以上を予想した地域 + (または) 長周期地震動階級3以上を予想した地域



日本海溝海底地震津波観測網の活用

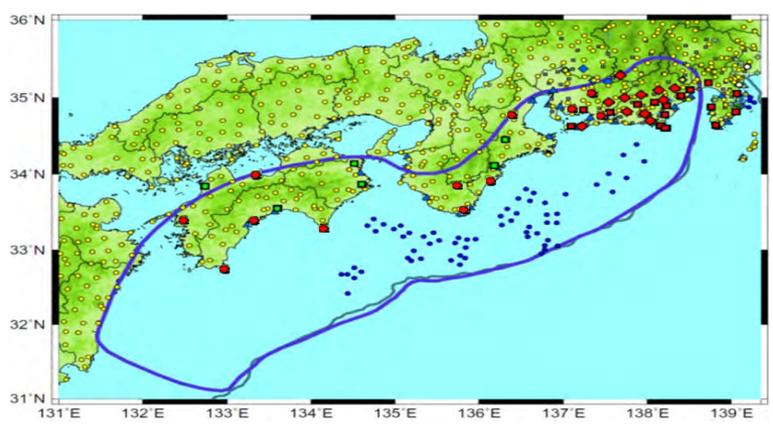
防災科学技術研究所のS-net観測データを、R01.06.27~活用開始(海溝軸外側の観測網についてはR02.03.24~活用開始)



画像提供: 防災科学技術研究所

南海トラフ沿いの地震活動・地殻変動の常時監視と「南海トラフ地震に関連する情報」の発表

- 国土地理院、海上保安庁、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、静岡県、大学など関係機関の協力を得て、地震計、地殻岩石ひずみ計などによる常時監視
- 南海トラフ沿いで発生した異常な現象を観測した場合等に「南海トラフ地震臨時情報」を発表



北海道・三陸沖後発地震注意情報

日本海溝・千島海溝で想定されている巨大地震の想定震源域やその周辺でMw7.0以上の地震が発生し、大規模地震の発生可能性が平常時より相対的に高まっている際に情報発表(R04.12.16~)

マグニチュード M7.0以上の大地震が起きたら...

続いて発生する巨大地震の可能性! 情報で備えを

「北海道・三陸沖後発地震注意情報」2022年12月運用開始

※情報が発表されたとしても、必ず巨大地震が発生するとは限りません。

すぐに避難できる態勢の準備を!

巨大地震が発生した場合に、北海道から千葉県にかけての広い範囲で想定される甚大な被害に対し、1週間程度、備えの再確認や迅速な避難態勢の準備を。

すぐに逃げ出せる態勢での就寝 非常持出品の常時携帯 緊急情報の取得体制の確保 想定されるリスクから身の安全の確保 巨震からの備えの再確認

火山噴火応急支援サイト(令和2年3月運用開始)

火山噴火後の救助・捜索活動及び的確な防災対応を支援するため、最新の観測データを用いて火山の活動状況を解説する。そのため、自治体との双方向での情報交換を行う。



火山噴火応急対策支援サイト (Webを強化・拡充)

一般向けHPの強化も推進



【緊急地震速報】



24年12月の全国訓練の風景
(高知県高知中学高等学校)



学校における訓練実施の
働きかけ(岩手県釜石市)

緊急地震速報全国訓練
参加自治体(住民に伝達)

- ・令和2年11月：約900
- ・令和3年11月：約950
- ・令和4年11月：約890
- ・令和5年11月：約950



リーフレット



ポスター

【津波防災】



学校における防災教育支援
(北海道白糠小学校)



「世界津波の日」
高校生サミット



YouTubeの活用

「津波防災の日(11月5日)」
(世界津波の日)に併せて内閣府が全国の市町と共催する地震津波防災訓練に、地方気象台が参加・協力



DVD



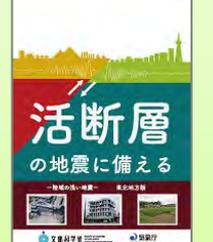
リーフレット



津波フラッグ

【陸域の浅い地震】

平成28年熊本地震の教訓を踏まえ、気象庁と文部科学省の共同でパンフレット「活断層の地震に備える」を作成(令和5年に全国版改定)



地域特性に合わせて作成

【長周期地震動】

「長周期地震動階級」などの認知度が低い
ため、高層ビルが集中している三大都市圏
(首都圏・中京圏・近畿圏)を中心に、関係
機関と協力し、高層ビルの管理者や住民に
ターゲットを絞った普及啓発活動



防災イベントの開催
(そなエリア)

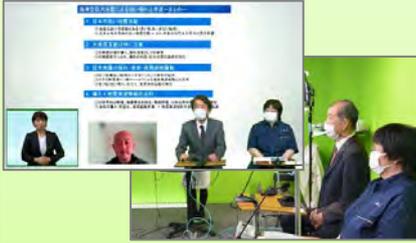


ポスター
(東京消防庁と共同作成)

リーフレット

【巨大地震対策(南海トラフ・日本海溝・千島海溝)】

南海トラフ地震や日本海溝・千島海溝
沿いの巨大地震そのものの知識や、
発表する情報の内容・発表条件等
について普及啓発。
・内閣府と連携してパンフレット等を作成
・気象庁HPやSNS等を活用した周知
・講演会等の実施 等



巨大地震対策オンライン講演会



パンフレット

マンガ小冊子
X(旧Twitter)での周知

【火山防災】

8月26日が「火山防災の日」とな
ったことを契機とした普及啓発
・ポスターを制作
・パンフレット、リーフレットを作成
・気象庁HP特設サイトの開設準備



ポスター



火山防災の日
特設サイト

普及啓発の取組を進めるにあたっては、関係機関と連携して活動することを推進

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次) 令和5年度年次報告

海上保安庁では、業務的に実施している定常観測によって本計画に貢献

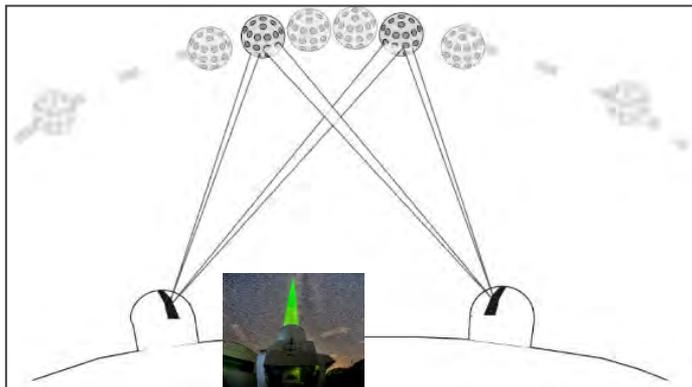
- JCG_01 海洋測地の推進
- JCG_02 験潮
- JCG_03 海底地殻変動観測
- JCG_04 海域火山観測

令和5年度の成果の概要

下里水路観測所において SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得。GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点との相対位置関係を求めるためのコロケーション測量を実施。

SLR (Satellite Laser Ranging)の役割

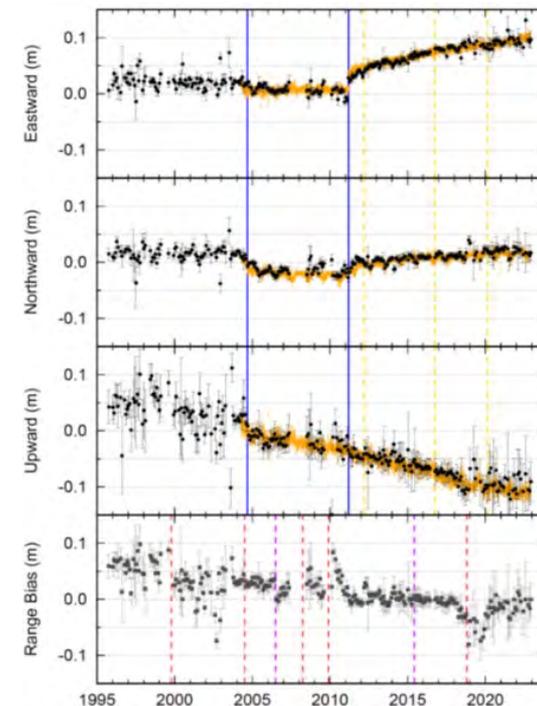
- 人工衛星の精密軌道決定
- 地球力学パラメータ(地球重力場、地球回転、地球質量等)の決定・改良
- 観測局の地球重心座標系における位置決定
- 地球重心の位置、地球の大きさの決定



地上観測局から人工衛星にレーザー光を発射。衛星に搭載された逆反射プリズムで反射されて戻ってくるまでの往復時間を精密測定し、衛星までの距離を測定。



プレート運動、地殻変動の検出 基準座標系の構築に貢献

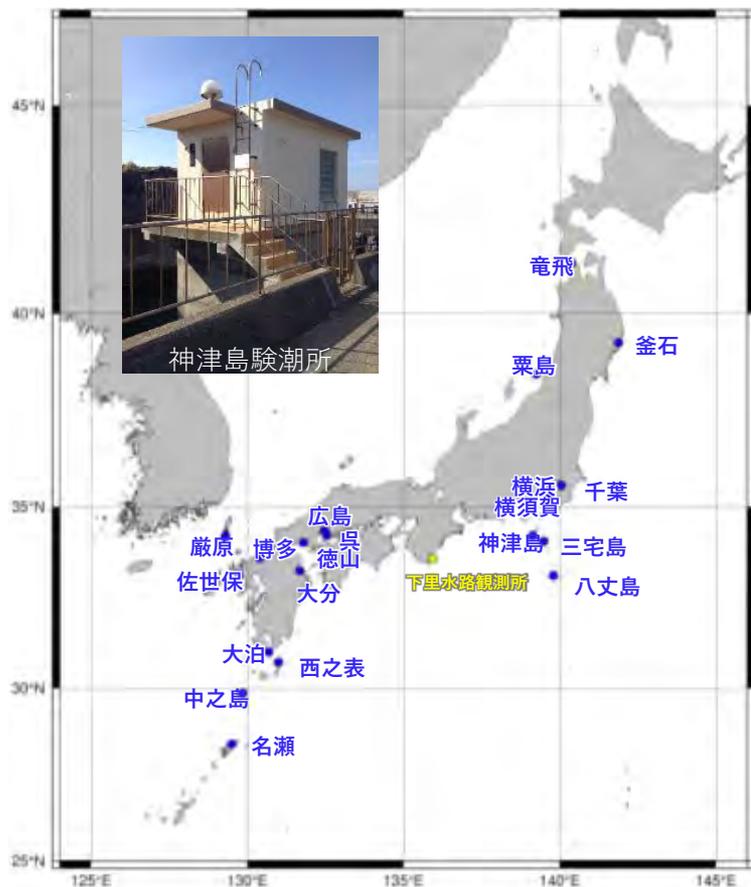


下里レーザー不動点の変位(黒丸)及びレンジバイアスの値(1か月解)並びにGNSS観測点"SMST"の変位(黄丸, 1日解)。

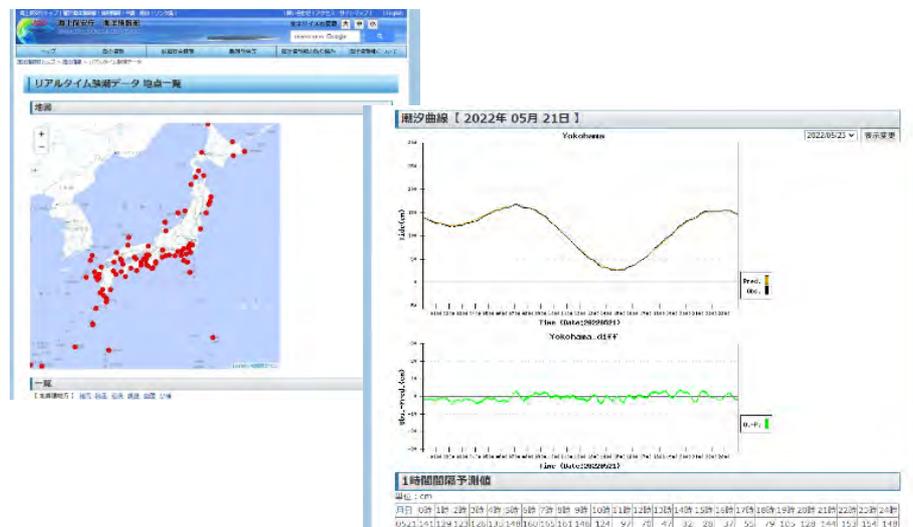
令和5年度の成果の概要

全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を実施し、験潮データをリアルタイムで公開。

海上保安庁が所管する験潮所(及びSLR観測点)



海上保安庁所管の験潮所及び気象庁所管の検潮所での潮汐観測データをホームページで公開。



潮汐観測の成果の利用

- 海図の最低水面の管理
- 潮汐調和定数の算出
- 潮汐表の精度の向上
- 地殻変動の監視
- 高潮や津波防災情報への活用

令和5年度の成果の概要

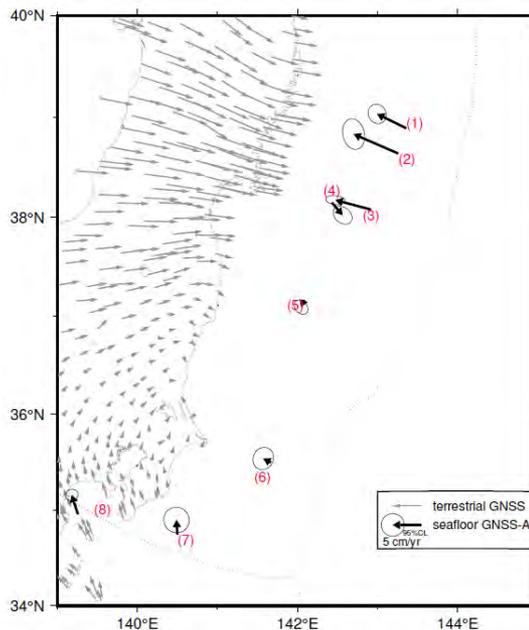
海溝型地震震源域海底において、GNSS-音響測距結合方式（GNSS-A）による地殻変動観測を継続して実施。

GNSS-A海底地殻変動観測



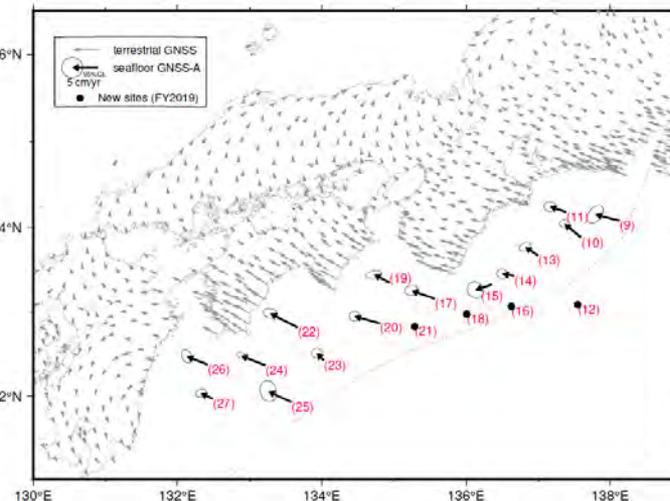
日本海溝

東北地方太平洋沖地震後の余効変動



南海トラフ

フィリピン海プレートの沈み込みによる応力蓄積



資料・データはwebサイトで公開



令和5年度の観測実績

1地点あたりの平均観測回数

日本海溝 | 2.3回 南海トラフ | 3.1回

定常的な観測の成果は、地震・地殻活動の現状評価の資料として、地震調査委員会、南海トラフ地震評価検討会等の政府関係会議に定期的に報告。

令和5年度の成果の概要

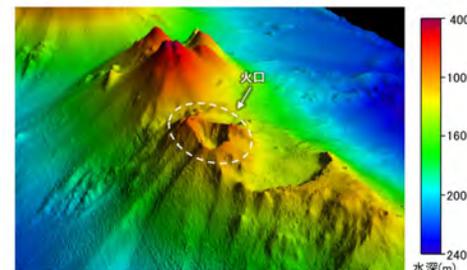
航空機による南方諸島及び南西諸島における海域火山の定期巡回監視観測を実施。西之島、硫黄島については、監視体制を強化し、毎月1回程度の監視観測を実施。鳥島近海において、軽石とみられる浮遊物を確認するとともに、測量船による海底地形調査により海底噴火の痕跡を確認。

🔍 海域火山データベースで公表中

<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/kaiikiDB/list-2.htm>



伊豆鳥島西方の浮遊物 R5.10.20



鳥島近海（孀婦海山）の海底地形



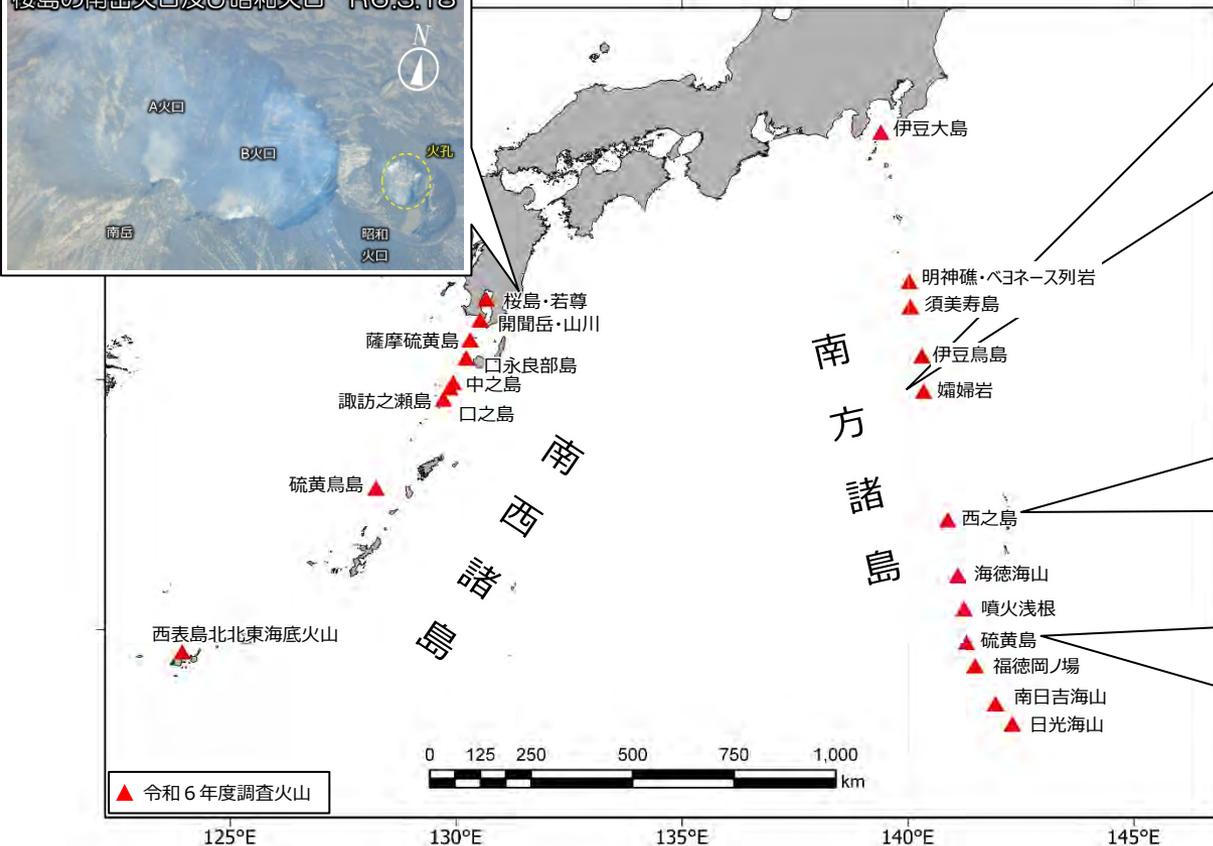
西之島の噴火 R5.10.4



硫黄島翁浜沖のマグマ水蒸気噴火 R5.11.23



桜島の南岳火口及び昭和火口 R6.3.13





災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第2次)

令和5年度年次報告

研究課題 2課題

HRO_01 北海道内の活火山の地球物理学的・地球化学的モニタリング

HRO_02 津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開

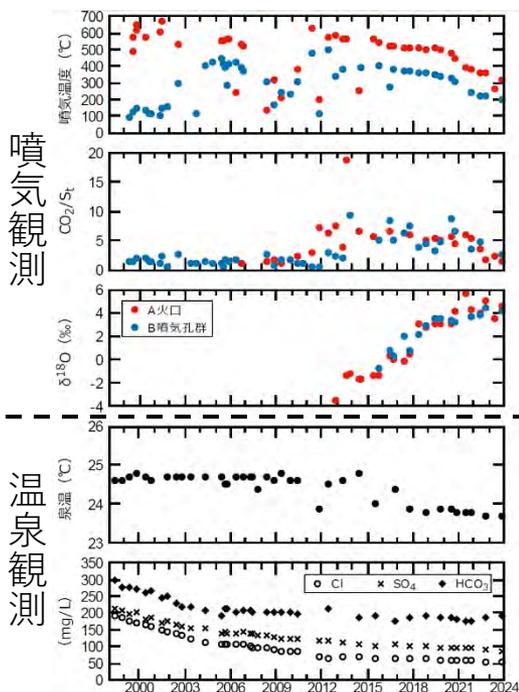
北海道立総合研究機構

<令和5年度の成果の概要>

北海道内の6火山（雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽、有珠山、北海道駒ヶ岳）において、地球化学的・地球物理学的モニタリングを継続して行い、火山活動の変化を捉えるためのデータの蓄積を行った。いずれの火山でも火山活動の活発化を示すような顕著な変化は観測されなかった。得られたデータについては、気象庁や大学、地元自治体と随時情報を共有し、各火山の監視や防災対策に活用された。また、雌阿寒岳での長期間にわたる温泉・噴気観測の結果をまとめ、温泉や噴気の変化と火山活動との関係を検討した。検討結果は今後のより効果的な火山観測体制の構築に活用する。

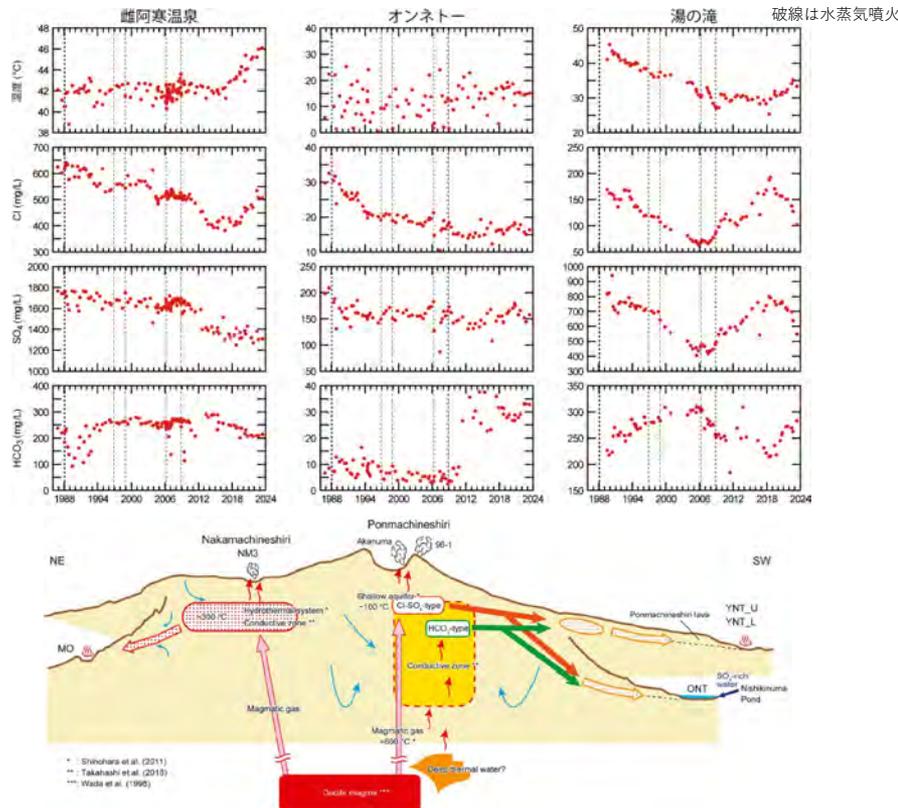


<樽前山：噴気・温泉観測>



A火口とB噴気孔群の噴気温度は2012年頃から徐々に低下する傾向が続いている。噴気のCO₂/Sr比は2012年前後に増加し、それ以降は横ばいで推移していたが、2022年以降はやや低下している。また、凝縮水の酸素・水素同位体比は2012年の観測開始以降、徐々に重くなる傾向が続いているが、近年はこの傾向が鈍化している。山麓の温泉水の化学成分濃度は観測開始以降低下していたが、2011年頃から横ばいとなっている。

<雌阿寒岳：熱水系モデルの構築>



長期にわたる（1986年～）温泉・噴気観測の結果（上図）をまとめ、雌阿寒岳における熱水系の概念モデルを構築した（Takahashi et al., 2023）（下図）。それに基づくと、雌阿寒温泉は中マチネシリの活動を、湯の滝やオンネトーはポンマチネシリの活動を反映した変化を示すことが明らかとなった。



津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開

①北海道日本海沿岸・オホーツク沿岸の地震津波被害想定

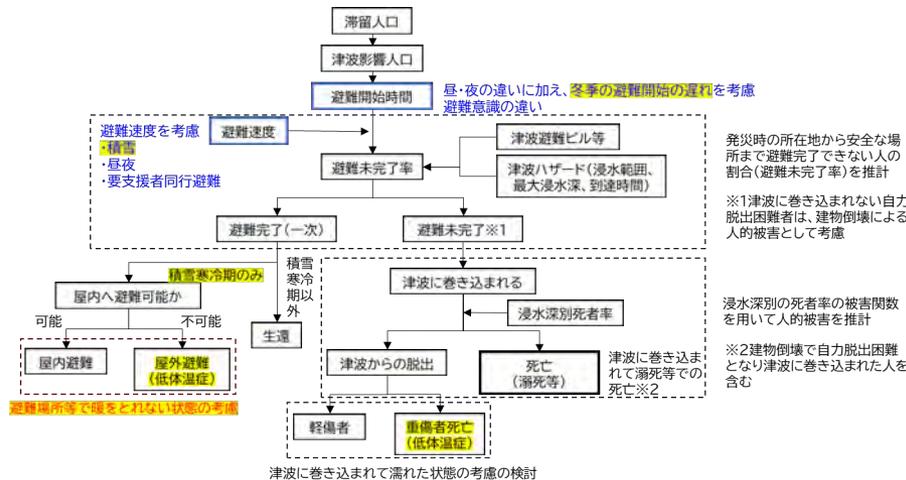
目的

日本海沿岸及びオホーツク海沿岸における減災計画策定のため、被害想定的前提条件、被害想定項目及び算定手法を定め、被害想定を推計する。

成果の概要

建物被害、人的被害、生活への影響、インフラ・ライフライン被害推定の手法を検討した。結果は、「北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会地震防災対策における減災目標設定に関するワーキンググループ」において検討され、今後の減災計画の策定に用いられる。

【津波による人的被害の想定のプロローグ】



②都市部における津波避難手段の多様化による対策効果の評価に関する研究

目的

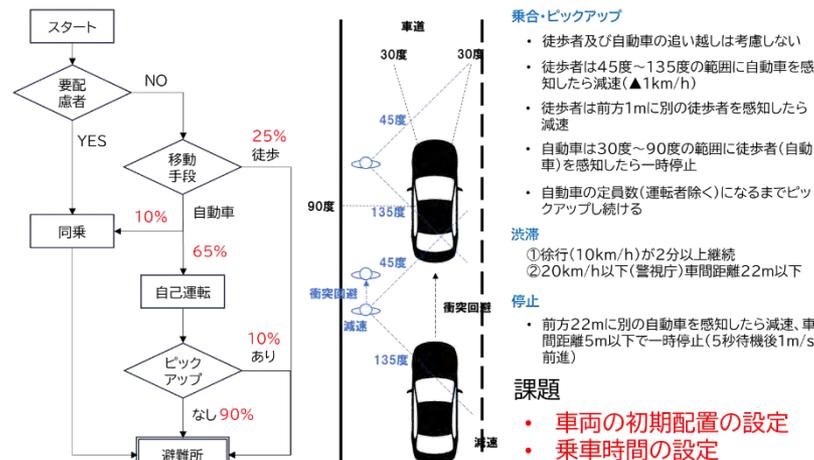
避難困難者や、家族の救助心理、誘導の通りに行動しない人も一定割合いることも加味しつつ、マルチエージェントシミュレーションにより津波発生時の行動を分析し、地域内交通の活用など多様な避難手段を用いることによる避難時の状況予測を行い、津波発生時の取り決めを含めた実効性の高い避難方法を提案する

成果の概要

徒歩以外の避難手段として自動車を使用する場合の課題点を洗い出すための、避難シミュレーション実施に必要となる条件を整理した。避難シミュレーション結果より自動車の行動パターンによる避難成否を評価することで避難手段の有用性を明らかにした。

自動車避難シミュレーションモデルの構築

シミュレーションの条件(避難中の乗合、ピックアップ)



災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次） 令和5年度年次報告

課題番号MFRI01

富士山の事象系統樹を精緻化するための噴火履歴の研究

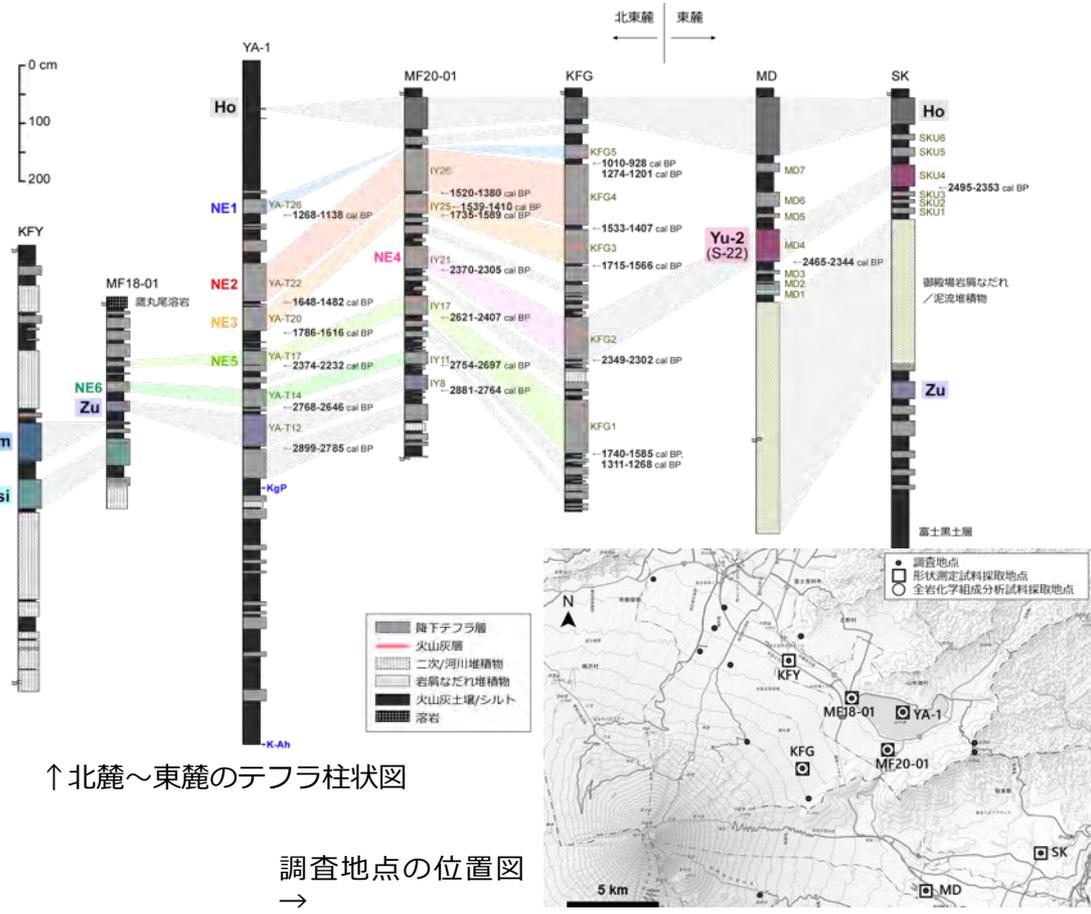
課題番号MFRI02

火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測

山梨県富士山科学研究所
富士山火山防災研究センター

MFRI01 富士山の事象系統樹を精緻化するための噴火履歴の研究

北麓～東麓のテフラ層序

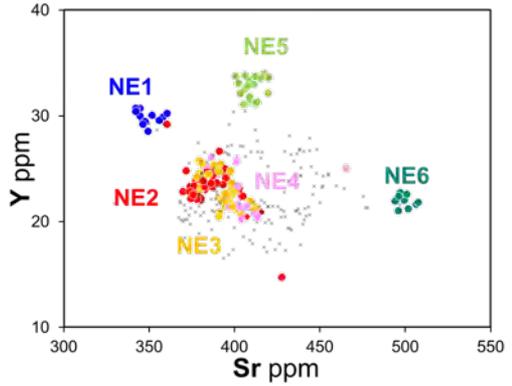


↑北麓～東麓のテフラ柱状図

調査地点の位置図
→

表 北東麓に見られる主要テフラの年代

層序	年代	出典
Ho	AD1707	Tsuya(1955)
NE1	1300-1000 cal BP	本研究
NE2	1500-1400 cal BP	本研究
NE3	1700-1600 cal BP	本研究
NE4	2300 cal BP	本研究 (Yu-2に対比)
NE5	2400 cal BP	本研究
NE6	2700 cal BP	本研究
Zu	2800 cal BP	本研究、Yamamoto et al. (2023)
Om	2900 cal BP	Yamamoto et al. (2021)
KgP	3100 cal BP	Yamamoto et al. (2021)
Osi	2900 cal BP	田島ほか (2002)
K-Ah	7300 cal BP	栗畑 (2016)

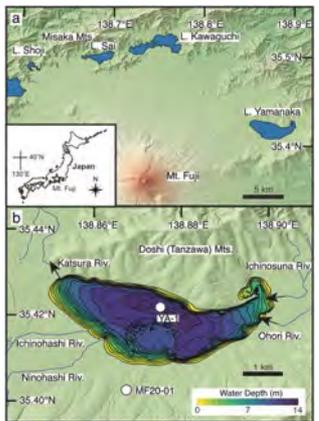
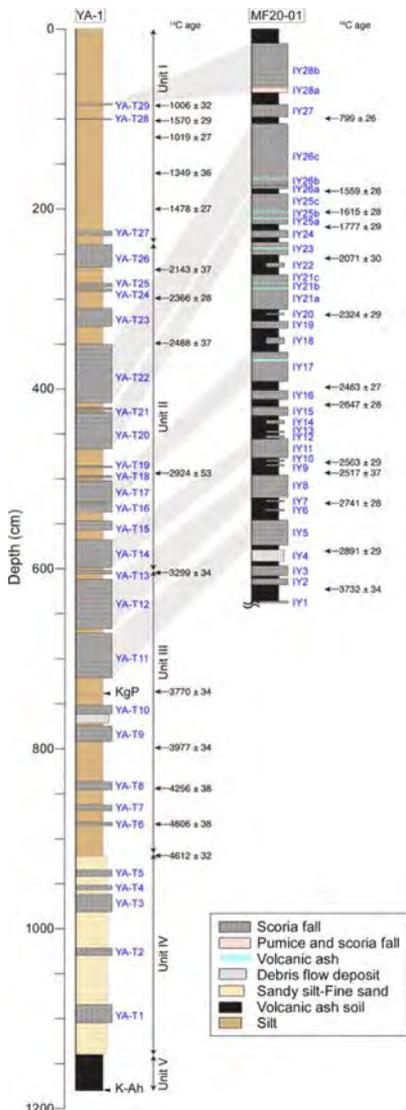


全岩化学組成分析結果の例

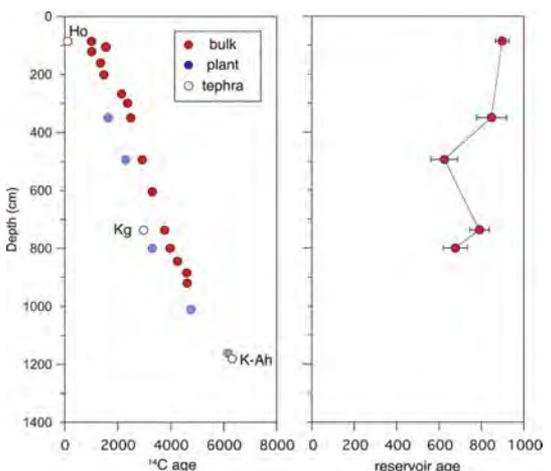
- 露頭での識別が比較的容易な宝永噴出物 (Ho)、砂沢スコリア (Zu)、大室スコリア (Om)、忍野スコリア (Osi)、大沢スコリア (Os) を指標テフラとして、年代値・全岩化学組成・粒子形状に基づく対比をおこない、層序を組み立てた。
- 北東麓でHoとZuの間に6層のテフラ層 (上からNE1～NE6) を確認し、これらの年代を確定した。NE4が東麓のYu-2に対比される可能性が高く、北東麓で最も厚いNE2はより新しい約1500年前の噴火の堆積物であることを明らかにした。

湖底堆積物を使ったテフラ層序の高精度化

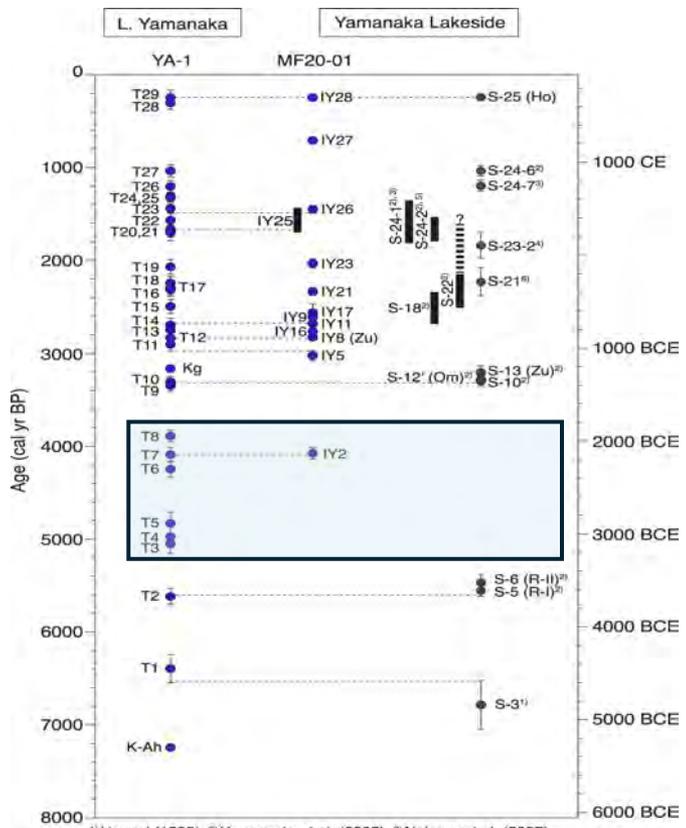
約5050～約3900 cal yr BPの間、北東部の陸上ではテフラが確認されたいなかったが、新たに6枚確認した。



湖底堆積物のリザーバー年代を考慮することによって、層序対比と年代が一致



コア中の14C年代とリザーバー年代



¹⁾ Usugi (1990), ²⁾ Yamamoto et al. (2005), ³⁾ Nakano et al. (2007), ⁴⁾ Usugi et al. (1987), ⁵⁾ Takada et al. (2016), ⁶⁾ Miyaji and Suzuki, (1986)

湖底コアと陸上堆積物の14C年代は一致しない

Yamamoto et al., 2023, Quaternary Science Advances

MFRI02: 火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測

★富士山重力観測網の構築

富士山の噴火の前駆的現象を多角的な観測により捉えることを目的として、独立した物理量である重力観測に着目しました。火山活動が活発化する前の平時のデータを蓄積しつつ、その観測網の大きな標高差が生み出す大きな重力差を利用した、観測精度向上のための様々な取り組みを進めています。この取り組みには国内の多くの重力研究者が参画しています。令和5年度は観測網を拡充しました。

TSURU
 2023: $g = 979692924.971 \pm 0.115$ S.D. = 10.09 N = 7653 #241

MFRI-W
 2022: $g = 979565847.463 \pm 0.235$ S.D. = 15.02 N = 2219 #241
 2023: $g = 979565839.455 \pm 0.067$ S.D. = 10.25 N = 23376 #241

SL5ST
 2022: $g = 979271106.824 \pm 0.102$ S.D. = 7.96 N = 6070 #109
 2023: $g = 979271095.031 \pm 0.262$ S.D. = 29.71 N = 12830 #241

↑↓ 重力差: 127.086 mGal (重力差拡大分)

↑↓ 重力差: 294.744 mGal

都留文科大学内の新基準点「TSURU」



- ◆ **令和5年度に富士山重力観測網で実施した観測**
 - ・ 相対重力計のスケール検定
 - ・ 2点での重力差分連続観測
 - ・ 想定火口域を通過する定期的な往復観測
 - ・ 静穏な環境を利用した器差，鉛直勾配等の精密測定
 - …etc.
- ◆ **令和5年度の観測網拡充による効果**
 - ・ 火山活動時の重力不変点の確保
 - ・ 観測網内の重力差の拡大による検定の高精度化
 - …etc.

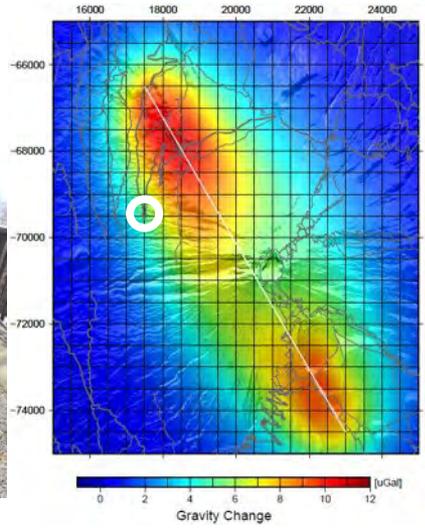
MFRI02: 火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測

★複数点での連続重力観測

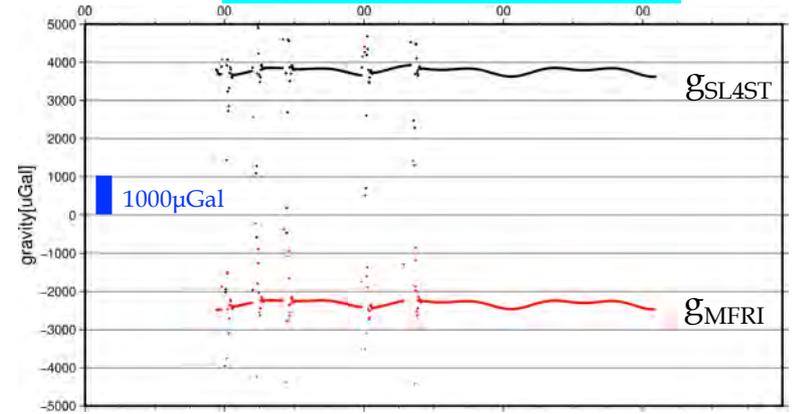
重力はあらゆる要因で変化してしまうことから、観測データから目的とするシグナルを取り出すことが難しい。擾乱源は様々であるが、2点で同時に観測したデータの残差をモニタすることで、広域に及ぶ擾乱源は排除することができるかもしれない。



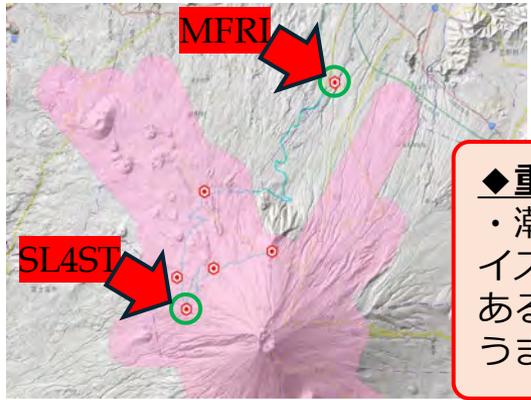
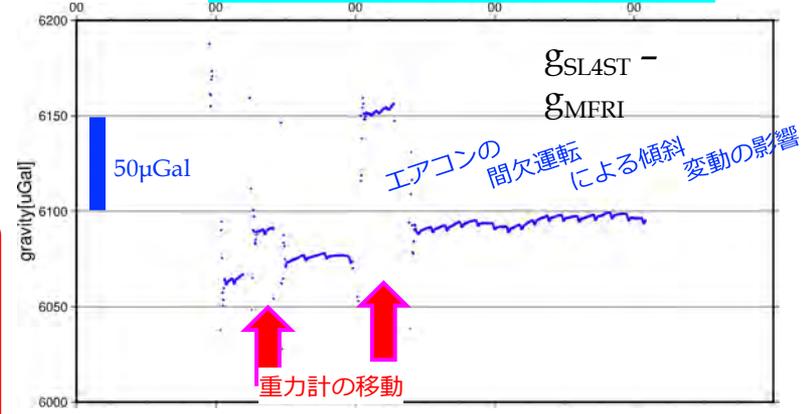
マグマ貫入時に見込まれる重力変化



一見類似する2地点それぞれの観測データ



残差から様々な要因による細かな変動が見える



◆重力差分観測
 ・潮汐，陸水，大気等いくつかのノイズ源がキャンセルできる可能性がある一方、大きく標高の違う2点故うまくキャンセルできるかは未知。